



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.07.2019 Patentblatt 2019/30

(51) Int Cl.:
C25F 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19152914.8**

(22) Anmeldetag: **21.01.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **23.01.2018 DE 102018201015**
18.09.2018 DE 102018215809

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Görtz, Henry**
51467 Bergisch Gladbach (DE)

- **Haß, Steve**
50935 Köln (DE)
- **Richter, Gernot**
40699 Erkrath (DE)
- **Hürter, Stefan**
51061 Köln (DE)
- **Dreis, Andreas**
41352 Korschenbroich (DE)
- **Martin, Wolfgang**
50933 Köln (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ELEKTROLYTISCHEN BEHANDLUNG EINES METALLBANDS**

(57) Vorrichtung (1) und Verfahren zur elektrolytischen Behandlung, vorzugsweise Reinigung, eines Metallbands (B), das entlang einer Transportrichtung (T) durch einen Behandlungsabschnitt der Vorrichtung (1) transportiert wird, wobei die Vorrichtung (1) aufweist: zumindest eine Schwalldüse (10), die eine Schwallöffnung (30) und eine Elektrode (40) aufweist, wobei die Schwalldüse (10) eingerichtet ist, um eine elektrolytische Behandlungsflüssigkeit mit der Elektrode (40) in Kontakt zu bringen, aus der Schwallöffnung (30) auszugeben und im Behandlungsabschnitt auf zumindest eine Oberfläche des Metallbands (B) aufzubringen; und eine Stromversorgung (3), die eingerichtet ist, um zwischen dem Metallband (B) und der Elektrode (40) eine Wechselspannung anzulegen.

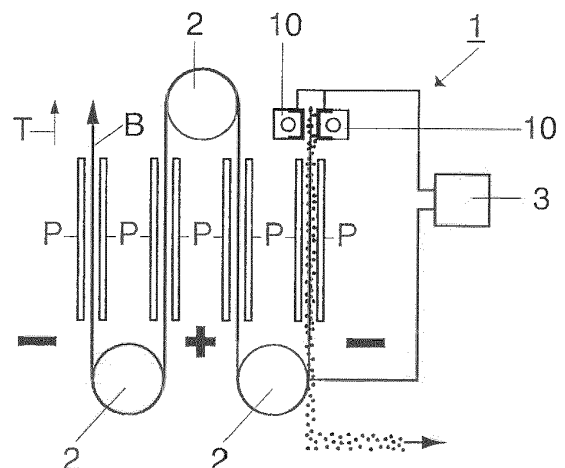


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur elektrolytischen Behandlung, insbesondere Reinigung, eines Metallbands, das entlang einer Transportrichtung durch einen Behandlungsabschnitt der Vorrichtung transportiert und über eine Düse mit einer elektrolytischen Behandlungsflüssigkeit beaufschlagt wird.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Die DE 31 08 615 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum elektrolytischen Behandeln eines Metallbands, insbesondere zum elektrolytischen Plattieren oder Entzundern der Oberflächen des Metallbands.

[0003] Zu diesem Zweck weist die Vorrichtung einen Elektrolysebehälter, in dem sich eine elektrolytische Flüssigkeit befindet, und mehrere Walzen auf, die entlang eines Transportwegs des Metallbands angeordnet sind. Das Metallband wird durch die Walzen zickzackartig umgelenkt und bewegt sich dabei durch den Elektrolysebehälter. Die Vorrichtung weist ferner paarweise angeordnete Elektrodenkissen auf, die parallel vorgesehen und einander zugewandt sind, so dass das Metallband zur elektrolytischen Behandlung vertikal zwischen diesen hindurch transportiert wird. Jedes Elektrodenkissen ist mit Schlitzfenstern versehen, durch die der Elektrolyt mit einem hohen statischen Druck zur Oberfläche des Metallbands abgegeben wird. Zum Erzielen der elektrolytischen Entzunderungs- oder Plattierungswirkung wird eine Spannung zwischen dem Metallband, beispielsweise indem eine elektrisch leitende Walze kontaktiert wird, und den Elektrodenkissen angelegt.

[0004] Die Elektrodenkissen der oben dargelegten Vorrichtung befinden sich außerhalb des Elektrolysebads. Alternativ können Tauchpolplatten teilweise oder im Wesentlichen vollständig in das Elektrolysebad eingetaucht sein, wie es in der Fig. 1 der DE 31 08 615 A1 gezeigt ist. Beim Durchlauf durch den Elektrolyten wird das Metallband elektroplattiert oder elektrolytisch entzundert, indem eine Spannung zwischen dem Metallband als Kathode und einer Tauchpolplatte als Anode angelegt wird.

[0005] Eine weitere Vorrichtung zum elektrolytischen Behandeln, beispielsweise Reinigen, eines Metallbands geht aus der DE 102 12 436 A1 hervor. Auch hier findet die Behandlung des Metallbands während eines vertikalen Transports durch einen Behandlungsbereich statt.

[0006] Ferner sind Horizontalanlagen bekannt, welche die elektrolytische Behandlung am horizontal verlaufenden Metallband durchführen. So beschreibt die DE 102 10 538 B4 das elektrolytische Behandeln, Metallisieren und Ätzen von Behandlungsgut, beispielsweise von Leiterplatten, in einer Horizontal-Durchlaufanlage.

[0007] Die EP 0 870 854 B1 beschreibt eine Vorrich-

tung zum elektrolytischen Reinigen eines Metallbands. Hierbei wird das zu reinigende Metallband zwischen gegenüberliegenden, einander zugewandten Düsen horizontal hindurchgeführt. Die Düsen sprühen eine alkalische wässrige Lösung beidseitig auf das Band, wobei eine der Düsen eine positive Elektrode und die andere Düse eine negative Elektrode ist. Im Anschluss daran wird das Metallband in einem Strahl sauberen Wassers mit Bürstenwalzen, die an Positionen in Transportrichtung des Bands neben den Düsen angeordnet sind, gebürstet.

[0008] Der Energiebedarf für das elektrolytische Behandeln eines Metallbands ist hoch. Zudem ist die Wartung einer solchen Anlage aufwändig.

Darstellung der Erfindung

[0009] Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine verbesserte Vorrichtung und ein verbessertes Verfahren zur elektrolytischen Behandlung, vorzugsweise Reinigung, eines Metallbands bereitzustellen.

[0010] Gelöst wird die Aufgabe mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 11. Vorteilhafte Weiterbildungen folgen aus den Unteransprüchen, der folgenden Darstellung der Erfindung sowie der Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

[0011] Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient zum elektrolytischen Behandeln eines Metallbands mittels einer elektrolytischen Behandlungsflüssigkeit. Das Metallband wird zur Behandlung entlang einer Transportrichtung durch einen Behandlungsabschnitt transportiert. Der Transport des Metallbands kann beispielsweise über Rollen realisiert werden. Vorzugsweise dienen die Vorrichtung sowie das weiter unten dargelegte Verfahren zum elektrolytischen Reinigen des Metallbands mittels einer elektrolytischen Reinigungsflüssigkeit. Unter "Reinigen" wird hierbei insbesondere das Entfernen von Oberflächenbelegungen wie Metallpartikeln (Fe-/Al-fines), Öl- und Fettverunreinigungen, Korrosionsschutzölen, Schmierölen und/oder Reibwert-vermindernden Tiefziehhilfsstoffen verstanden.

[0012] Die Vorrichtung weist zumindest eine Schwalldüse auf, die eine Schwallöffnung und eine Elektrode hat. Die Schwalldüse ist eingerichtet, um eine elektrolytische Behandlungsflüssigkeit, die vorzugsweise eine alkalische Lösung ist, mit der Elektrode in Kontakt zu bringen, aus der Schwallöffnung auszugeben und im Behandlungsabschnitt auf zumindest eine Oberfläche des Metallbands aufzubringen. Die Behandlungsflüssigkeit wird vorzugsweise mit einem geringen Druck, beispielsweise weniger als 100 mbar, auf das Metallband aufgebracht. Die Vorrichtung weist ferner eine Stromversorgung auf, die eingerichtet ist, um zwischen dem Metallband und der Elektrode eine Wechselspannung anzulegen.

[0013] Durch die angelegte Wechselspannung in Verbindung mit einer Schwalldüse können am zu behan-

delnden Metallband hohe Stromdichten erzielt werden. Dies führt zu einer erhöhten Aktivität der Behandlungsflüssigkeit durch stärkere Turbulenzen und eine bessere Durchmischung. Gleichzeitig wirkt die Behandlungsflüssigkeit an einer dünnen Grenzschicht im Übergang zwischen der Behandlungsflüssigkeit und der Bandoberfläche, wodurch die elektrischen Stromverluste reduziert werden können. Auf diese Weise lässt sich der spezifische Energieverbrauch verringern. Die technischen Wirkungen werden durch das schwallartige Ausgeben der Behandlungsflüssigkeit, d.h. das Ausbringen der Behandlungsflüssigkeit mit einem im Vergleich zu Hochdruckdüsen vorzugsweise geringen Druck, unterstützt. Aufgrund des verringerten Streustroms wird zudem die Korrosionsneigung an metallischen Teilen der Vorrichtung verringert. Zudem kann auf herkömmliche Tauchpolplatten oder Hochdruckdüsen verzichtet werden, wodurch auch die Wartung und ggf. der Austausch solcher Komponenten entfällt. Dadurch wird nicht nur eine weitere Verringerung des Energieverbrauchs und Wartungsaufwands erreicht, sondern außerdem eine Optimierung der Verfügbarkeit der Vorrichtung. Die Montage und Demontage herkömmlicher Tauchpolplatten ist aufwendig. Demgegenüber ist die Schwalldüse, insbesondere bei Verwendung von Flanschplatten, auf einfache Weise vom Reinigungstank entkoppelbar. Auf diese Weise kann die Schwalldüse ohne Demontage weiterer Tankeinbauten für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten ggf. seitlich aus dem Reinigungstank entnommen und darin installiert werden. Die Elektroden der Schwalldüsen (analog die Tauchpolplatten) stellen aufgrund elektrolytischer Erosion und alkalischem Angriff durch die Behandlungsflüssigkeit Verschleißkomponenten dar, deren Austausch und Wartung in wiederkehrenden Zeitabständen sicherheits- und prozesstechnisch notwendig ist.

[0014] Vorzugsweise weist die Vorrichtung zumindest zwei, besonders bevorzugt genau zwei, Schwalldüsen auf, die paarweise angeordnet sind, so dass sich der Behandlungsabschnitt zwischen zwei paarweise angeordneten Schwalldüsen befindet. Jede Schwalldüse weist in diesem Fall eine Schwallöffnung und eine Elektrode auf, ist ferner eingerichtet, um die elektrolytische Behandlungsflüssigkeit mit der Elektrode in Kontakt zu bringen, aus der zugehörigen Schwallöffnung auszugeben und im Behandlungsabschnitt auf zumindest eine Oberfläche des Metallbands aufzubringen. Die Schwallöffnungen zweier paarweise angeordneter Schwalldüsen sind hierbei einander zugewandt, so dass das durch den Behandlungsabschnitt tretende Metallband beidseitig mit Behandlungsflüssigkeit beaufschlagbar ist. Ferner ist die Stromversorgung gemäß dieser Ausführungsform eingerichtet, um zwischen dem Metallband und den Elektroden jeder der Schwalldüsen eine Wechselspannung anzulegen.

[0015] Die obige bevorzugte Ausführungsform ermöglicht eine beidseitige und insbesondere gleichmäßige Behandlung des Metallbands. Zu diesem Zweck sind die

Elektroden der paarweise angeordneten Schwalldüsen vorzugsweise symmetrisch zum Fluidstrom kontaktiert.

[0016] Vorzugsweise ist die Vorrichtung so eingerichtet, dass das Metallband im Wesentlichen vertikal durch den Behandlungsabschnitt tritt. Vertikal bedeutet hierbei in Schwerkraftrichtung, wodurch die Behandlungsflüssigkeit auf zeitlich und räumlich definierte Weise entlang des Bands ablaufen kann. Auf ein Entfernen der Behandlungsflüssigkeit mittels Bürsten, Druckluft usw. kann somit verzichtet werden. Dies führt zu einer weiteren Optimierung des Energieverbrauchs und Wartungsaufwands der Vorrichtung.

[0017] Vorzugsweise weist die Schwalldüse einen länglichen Grundkörper mit zumindest einer Austrittsöffnung auf, die vorzugsweise als Schlitz entlang der Längserstreckung des Grundkörpers ausgeführt ist, wobei die Elektrode so außen am Grundkörper angebracht ist, dass diese die Austrittsöffnung derart überlappt, dass die aus der Austrittsöffnung austretende Behandlungsflüssigkeit mit der Elektrode in Kontakt kommt. Auf diese Weise lässt sich die Behandlungsflüssigkeit durch eine konstruktiv einfache und zuverlässige Schwalldüse unter Wechselspannung setzen. Die Elektrode und der Grundkörper sind vorzugsweise lösbar miteinander verbunden, um die Beschaffenheit der Schwalldüse auf einfache Weise ändern und an die Behandlungsumgebung anpassen zu können. Der Grundkörper ist ferner vorzugsweise aus einem oder mehreren nicht-leitenden Materialien, beispielsweise Kunststoff, gefertigt.

[0018] Vorzugsweise weist die Elektrode zwei Elektrodenabschnitte auf, die je eine Längskante haben, die so einander zugewandt sind, dass sie eine schlitzförmige Austrittsöffnung bilden. Die Elektrodenabschnitte sind zu diesem Zweck vorzugsweise zwei unabhängige Komponenten, die gleich, symmetrisch oder modular ausgeführt sein können. Auf diese Weise lässt sich die Kontaktfläche der Elektrode, d.h. jene Fläche, die mit der Behandlungsflüssigkeit elektrisch in Kontakt kommt, auf einfache Weise einstellen und optimieren. Die Einstellung der Kontaktfläche kann manuell oder durch einen oder mehrere Aktuatoren automatisch erfolgen, wodurch sich die Behandlungswirkung, der Energieverbrauch usw. ohne Demontage der Schwalldüse, beispielsweise während des Betriebs der Vorrichtung, optimieren lassen.

[0019] Die Elektrodenabschnitte sind vorzugsweise als Betriebswechselteile in die Schwalldüse eingebaut und damit für eine schnelle und unkomplizierte Demontage und Montage ausgeführt. Damit lässt sich nicht nur die regelmäßige Wartung der Schwalldüse verbessern, sondern ein Werkstoffwechsel der Elektrodenabschnitte auf bekannte oder neu entwickelte Materialien mit optimierten Eigenschaften, etwa im Hinblick auf Standzeit und/oder elektrische Eigenschaften, lassen sich somit unter geringen Werkstoff- und Personalkosten umsetzen.

[0020] Vorzugsweise weist die Schwalldüse ferner zumindest eine Düsenplatte auf, welche die Schwallöff-

nung ausgebildet und so außen am Grundkörper angebracht ist, dass sich die Elektrode zwischen dem Grundkörper und der Düsenplatte befindet. Vorzugsweise weist die Schwalldüse zwei Düsenplatten auf, die jeweils eine Düsenlippe haben, die einander zugewandt sind, so dass die Schwallöffnung schlitzartig zwischen den Düsenlippen ausgebildet wird. Ferner können die Düsenplatten beispielsweise Langlöcher aufweisen, über die die Düsenplatten mittels Schrauben verstellbar am Grundkörper und/oder der Elektrode angebracht sind. Eine solche sandwichartige und ggf. mehrteilige Anordnung bieten eine Vielzahl an Einstellmöglichkeiten, betreffend die Austrittscharakteristik und elektrische Kontaktierung der Behandlungsflüssigkeit, bei gleichzeitig zuverlässiger und wartungsarmer Konstruktion der Schwalldüse.

[0021] Vorzugsweise ist die Schwalldüse um deren Längsachse drehbar gehalten, wodurch der Anströmwinkel der Behandlungsflüssigkeit zum Metallband einstellbar ist. Dies stellt einen weiteren Freiheitsgrad zur Optimierung der Behandlungswirkung, des Energieverbrauchs usw. dar.

[0022] Die Elektrodenabschnitte verfügen vorzugsweise über je einen Anschlussabschnitt, über den diese jeweils elektrisch kontaktiert sind. Wenn die Elektrodenabschnitte etwa aus einem Blech ausgestanzt sind, können die Anschlussabschnitte beispielsweise durch Umbiegen eines Blechabschnitts ausgebildet werden. Die paarweise angeordneten Elektrodenabschnitte weisen gemäß diesem Ausführungsbeispiel je einen, d.h. insgesamt zwei, Anschlussabschnitt auf. Die Positionen der beiden Anschlussabschnitte sind hierbei vorzugsweise so gewählt, dass ein möglichst homogenes Behandlungsergebnis erzielt wird. Dies wird besonders dann erreicht, wenn die beiden Anschlussabschnitte an entgegengesetzten Seiten der Elektrodenabschnitte, entlang der Längserstreckung der Schwalldüse gesehen, angeordnet sind. In diesem Fall findet eine Kompensation etwaiger elektrischer Stör- und Einflussgrößen statt.

[0023] Die oben dargelegten konstruktiven Ausführungsvarianten der Schwalldüse gelten analog für den Fall mehrerer Schwalldüsen.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren dient ebenfalls der elektrolytischen Behandlung, vorzugsweise Reinigung, eines Metallbands, das entlang einer Transportrichtung durch den Behandlungsabschnitt transportiert wird. Das Verfahren weist auf: Kontaktieren einer elektrolytischen Behandlungsflüssigkeit mit einer Elektrode einer Schwalldüse, welche die Elektrode und eine Schwallöffnung aufweist, wobei zwischen der Elektrode und dem Metallband eine Wechselspannung angelegt ist; Ausbringen der Behandlungsflüssigkeit aus der Schwallöffnung; und Aufbringen der Behandlungsflüssigkeit im Behandlungsabschnitt auf zumindest eine Oberfläche des Metallbands.

[0025] Die Merkmale, technischen Wirkungen, Vorteile sowie Ausführungsbeispiele, die in Bezug auf die Vorrichtung beschrieben wurden, gelten analog für das Ver-

fahren.

[0026] Wenngleich die oben dargelegten Vorrichtungen und Verfahren besonders bevorzugt in elektrolytischen Reinigungslinien für Bandanlagen anwendbar sind, können sie auch zu einer anderweitigen Behandlung von Metallbändern dienen, sofern ein elektrolytisches Benetzen von Bandoberflächen umfasst ist. Die oben dargelegten Vorrichtungen und Verfahren bilden eine verbesserte Technik zur Substitution von Tauchpolplatten und/oder elektrolytisch wirkenden Hochdruck-Reinigungsdüsen. Herkömmliche Anlagen lassen sich somit besonders kostengünstig und auf konstruktiv einfache Weise nachrüsten.

[0027] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele ersichtlich. Die dort beschriebenen Merkmale können alleinstehend oder in Kombination mit einem oder mehreren der oben dargelegten Merkmale realisiert werden, insofern sich die Merkmale nicht widersprechen. Die folgende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele erfolgt mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0028]

Die Figur 1 zeigt schematisch das Prinzip einer verbesserten elektrolytischen Reinigungsvorrichtung im Vergleich zu einem herkömmlichen Prinzip.

Die Figur 2 ist eine dreidimensionale Darstellung einer Schwalldüse und deren Lagerung.

Die Figur 3 zeigt einen Ausschnitt der Lagerung zweier Schwalldüsen, die einander zugewandt angeordnet sind.

Die Figur 4 ist eine dreidimensionale geschnittene Ansicht einer Schwalldüse.

Die Figur 5 ist eine schematische dreidimensionale Ansicht, die den Aufbau einer Schwalldüse auf eine auseinandergezogene Weise zeigt.

Die Figur 6 ist eine dreidimensionale Darstellung einer Schwalldüse ohne Düsenplatten, woraus der Aufbau und die Lage der Elektroden hervorgehen.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0029] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele anhand der Figuren beschrieben. Dabei sind gleiche, ähnliche oder gleichwirkende Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen. Auf eine wiederholende Beschreibung dieser Elemente wird zudem teilweise verzichtet, um Redundanzen zu vermeiden.

[0030] Die Figur 1 zeigt eine Vorrichtung 1, die hier speziell zur Reinigung eines Metallbands B ausgelegt ist.

[0031] Die Vorrichtung 1 weist mehrere Rollen 2 auf, über die das Metallband B zickzackartig entlang einer Transportrichtung T transportiert wird. Die Vorrichtung 1 weist zwei Schwalldüsen 10 auf, zwischen denen das Metallband B hindurchtritt und die auf eine Weise einander zugewandt sind (weiter unten im Detail beschrieben), dass die beiden Oberflächen des Metallbands B mit einem wässrigen Elektrolyt beaufschlagbar sind. Das Metallband B durchläuft den Zwischenraum zwischen den beiden Schwalldüsen 10 vorzugsweise vertikal, in absteigender Transportrichtung. Alternativ oder zusätzlich unter Anwendung weiterer Schwalldüsen kann das Metallband B diese auch in aufsteigender Transportrichtung passieren.

[0032] Zur elektrolytischen Reinigung wird zwischen dem Metallband B und den Elektroden (weiter unten im Detail beschrieben) der Schwalldüsen 10 eine Wechselspannung angelegt. Zu diesem Zweck weist die Vorrichtung 1 eine Stromversorgung 3 auf, die eingerichtet ist, um die Wechselspannung bereitzustellen und anzulegen. Die Stromversorgung ist dazu mit den Elektroden der Schwalldüsen 10 und dem Metallband B, beispielsweise über eine leitfähige Rolle 2, elektrisch verbunden.

[0033] Der Elektrolyt, der eine Reinigungsflüssigkeit oder Reinigungslösung ist, ist beispielsweise eine alkalische Lösung.

[0034] Es sei darauf hingewiesen, dass die in der Figur 1 dargestellte Form des Transports nicht unbedingt erforderlich ist, insbesondere kann auf ein mehrmaliges Umlenken des Metallbands B über Rollen 2 verzichtet werden, da das verbesserte Reinigungsprinzip ohne mehrere paarweise angeordnete Tauchpolplatten auskommt, die in der Figur 1 mit dem Bezugszeichen P bezeichnet sind. Gemäß einem herkömmlichen Prinzip tauchen die Tauchpolplatten P in ein Elektrolytbad ein, um bei angelegter Spannung zwischen den Tauchpolplatten P und dem Metallband B eine elektrolytische Reinigungswirkung zu erzielen. Die teilweise Darstellung dieses herkömmlichen Prinzips in der Figur 1 dient dazu, die Nachrüstbarkeit einer herkömmlichen Anlage zu zeigen. So kann der herkömmliche Transportweg des Metallbands B beibehalten werden. Ebenso müssen die herkömmlichen Tauchpolplatten P und/oder andere Komponenten der herkömmlichen Anlage nicht unbedingt demontiert werden, wodurch sich Umrüstkosten sparen lassen. Allerdings sind die Tauchpolplatten P deaktiviert, ebenso wird auf ein Elektrolytbad verzichtet, da die Reinigung allein von den Schwalldüsen 10 durchgeführt wird.

[0035] Die Figur 2 zeigt auf perspektivische Weise eine solche Schwalldüse 10 und deren Aufhängung bzw. Lagerung.

[0036] Die Schwalldüse 10 weist einen länglichen, beispielsweise quaderförmigen, Grundkörper 20 auf. Der Grundkörper 20 weist im Innern einen oder mehrere Kanäle auf, durch die ein Elektrolyt, zugeführt über Rohre 11, strömt und entlang der Längserstreckung der

Schwalldüse 10 verteilt wird. Im einfachsten Fall ist der Grundkörper 20 hohl, wie es aus den Figuren 4 und 5 hervorgeht. Der Grundkörper 20 weist eine oder mehrere Austrittsöffnungen 21 (vgl. Figur 4) auf, durch welche der Elektrolyt seitlich aus dem Grundkörper 20 austreten kann. Der Grundkörper 20 ist aus einem nicht-leitenden Material, vorzugsweise Kunststoff, gefertigt.

[0037] Die Schwalldüse 10 weist ferner eine Schwallöffnung 30 auf, die vorzugsweise ein Schlitz ist. Die Schwallöffnung 30 kann dadurch ausgebildet werden, dass zwei Düsenplatten 31 mit jeweils einer länglichen Düsenlippe 32 einander zugewandt sind, wie in der Figur 2 gezeigt. Die Düsenplatten 31 sind so am Grundkörper 20 befestigt, dass der über die Austrittsöffnung 21 austretende Elektrolyt durch die Schwallöffnung 30 nach außen abgegeben wird. Die beiden Düsenplatten 31 sind vorzugsweise verstellbar konstruiert, beispielsweise indem sie über Langlöcher 33 und entsprechende Schrauben 34 (vgl. Figur 5) mit dem Grundkörper 20 verbunden und so verschiebbar sind, dass der Abstand zwischen den beiden Düsenlippen 32, somit die Schlitzbreite, verstellbar ist. Die Düsenplatten 31 sind aus einem nicht-leitenden Material, vorzugsweise Kunststoff, gefertigt. Die Düsenlippen 32 bestimmen durch ihre Form maßgeblich die Form oder Beschaffenheit des durch die Düsenöffnung 30 austretenden Elektrolytschwall.

[0038] Aus diesem Grund sind die Düsenplatten 31 mit ihren Düsenlippen 32 vorzugsweise auswechselbar vorgesehen.

[0039] Zwischen dem Grundkörper 20 und den Düsenplatten 31 ist eine Elektrode 40 vorgesehen, die im vorliegenden Beispiel zwei Elektrodenabschnitte 40a und 40b aufweist. Die Lage der Elektrodenabschnitte 40a, 40b geht besonders deutlich aus der Figur 5 hervor und ist weiter unten im Detail beschrieben. Zunächst sei nur darauf hingewiesen, dass der flüssige Elektrolyt, bevor er aus der Schwallöffnung 30 austritt, mit den Elektrodenabschnitten 40a, 40b in Kontakt kommt. Zwischen den Elektrodenabschnitten 40a, 40b und dem Metallband B wird zum elektrolytischen Reinigen eine Wechselspannung angelegt, die einen Ionenstrom im Elektrolyt zur Folge hat, wodurch die elektrolytische Reinigungswirkung auf den Oberflächen des Metallbands B erzielt wird.

[0040] Die Figur 2 zeigt neben der Schwalldüse 10 eine beispielhafte Aufhängung oder Lagerung derselben. Zu diesem Zweck sind die Rohre 11, die beidseitig (in Längserstreckung gesehen) mit dem Grundkörper 20 verbunden sind, in einer Lagerungsvorrichtung 50 gehalten. Die Figur 3 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt der Lagerungsvorrichtung 50, wobei zwei Schwalldüsen 10 mit ihren Schwallöffnungen 30 einander zugewandt angeordnet sind.

[0041] Die Schwalldüsen 10 sind hierbei drehbar bzw. um deren Längsachsen verstellbar gelagert, indem die Rohre 11 beispielsweise von je einer lösbaren Schelle 51 gehalten werden. Selbstverständlich kann die Lagerung auch auf andere Weise realisiert werden. Insbeson-

dere kann die Verstellbarkeit der Schwalldüse 10 oder Teile derselben entlang eines oder mehrerer Freiheitsgrade automatisch mittels Aktuatoren (etwa elektrisch, magnetisch, hydraulisch, pneumatisch usw.) realisiert werden. Dies gilt beispielsweise auch für die Verstellbarkeit der Düsenplatten 31.

[0042] Die Lagerungsvorrichtung 50 kann eine verschraubbare Flanschplatte (ohne Bezugszeichen) aufweisen, wodurch die Schwalldüse 10 auf einfache Weise vom Reinigungstank entkoppelbar ist. Auf diese Weise kann die Schwalldüse 10 ohne Demontage weiterer Tankeinbauten für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten seitlich aus dem Reinigungstank entnommen werden. Herkömmliche Taupolplatten P können nur über den Kopfraum des Reinigungstanks entnommen werden und bedingen damit eine zeitaufwändige Demontage der vorhandenen Tankeinbauten im Kopfraum.

[0043] Die Figuren 4 und 5 sind dreidimensionale geschnittene Ansichten einer beispielhaften Schwalldüse 10, wobei der Schnitt senkrecht zur Längsachse vorgenommen ist. In der Figur 5 sind die Komponenten teilweise auseinandergezogen dargestellt.

[0044] Aus der Figur 5 geht besonders deutlich die sandwichartige Anordnung der Elektrodenabschnitte 40a, 40b hervor, die zwischen dem Grundkörper 20 und den Düsenplatten 31 vorgesehen sind. Die Elektrodenabschnitte 40a, 40b erstrecken sich im Wesentlichen über die gesamte Länge des Grundkörpers 20 und befinden sich an der Seite der Austrittsöffnung 21. Die Elektrodenabschnitte 40a, 40b bilden ebenfalls eine Austrittsöffnung 41, durch die der Elektrolyt zur Schwallöffnung 30 und dann nach außen abgegeben wird. Im vorliegenden Beispiel weisen die Elektrodenabschnitte 40a, 40b jeweils eine Längskante 42a, 42b auf, die parallel verlaufen und die Austrittsöffnung 41 als Schlitz bilden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Elektrodenabschnitte 40a, 40b auch auf andere Weise, etwa als einstückige Elektrode, ausgebildet sein können. Wichtig ist, dass die Elektrodenabschnitte 40a, 40b die Austrittsöffnung 21 des Grundkörpers 20 so überlappen, dass der Elektrolyt beim Austritt mit diesen in Kontakt kommt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel stehen die Längskanten 42a, 42b über die entsprechenden Längskanten 21a, 21b der Austrittsöffnung 21 hervor. In anderen Worten, die schlitzartige Austrittsöffnung 21 des Grundkörpers 20 ist schmaler als die schlitzartige Austrittsöffnung 41, die von den beiden Elektrodenabschnitten 40a, 40b gebildet wird.

[0045] So liegt der Überlappungsabstand d, der den Abstand zwischen der Längskante 42a des Elektrodenabschnitts 40a und der zugehörigen Längskante 21a der Austrittsöffnung 21 (analog Längskanten 42b und 21b) in der Ebene der Elektrode 40 bezeichnet, beispielsweise im Bereich von 10 bis 30 mm, speziell etwa bei 20 mm. Die schlitzartige Schwallöffnung 30 stimmt mit der Austrittsöffnung 41 überein oder ist schmaler als diese. Vorzugsweise liegt der Abstand s zwischen den Düsenlippen 32 im Bereich von 2 bis 6 mm, wodurch ein Elektrolyt-

schwall relativ geringen Drucks erzielbar ist. Der Grundkörper 20 kann beispielsweise eine Länge von etwa 1.200 mm betragen. In diesem Fall beträgt die Kontaktfläche der Elektrode 40, d.h. jene Fläche, die mit dem Elektrolyt beim Austritt in Kontakt kommt, bei einem Überlappungsabstand von $d = 20\text{ mm}$ ca. 24.200 mm^2 .

[0046] Zur Richtungs- und Formgebung des Elektrolytschwalls können die Düsenlippen 32 unterschiedlich geformt sein, wie dies aus dem Figurenausschnitt 5(l) hervorgeht.

[0047] Die Elektrodenabschnitte 40a, 40b können jeweils aus einem Blech ausgestanzt sein und über je einen Anschlussabschnitt 43a und 43b verfügen, über den die Elektrodenabschnitte 40a, 40b elektrisch kontaktiert werden. Der Anschlussabschnitt 43a, 43b kann beispielsweise durch Umbiegen eines Blechabschnitts der Elektrodenabschnitte 40a, 40b ausgebildet werden und eine Öffnung für eine Schraubverbindung aufweisen.

[0048] Die Positionen der beiden Anschlussabschnitte 43a, 43b sind hierbei vorzugsweise so gewählt, dass ein möglichst homogenes Behandlungsergebnis erzielt wird. Dies wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel dadurch erreicht, dass die beiden Anschlussabschnitte 43a, 43b an entgegengesetzten Seiten der Elektrodenabschnitte 40a, 40b, entlang der Längserstreckung der Schwalldüse 10 gesehen, angeordnet sind. In diesem Fall findet eine Kompensation etwaiger elektrischer Stör- und Einflussgrößen statt.

[0049] Die Lage und Beschaffenheit der Elektrodenabschnitte 40a, 40b relativ zum Grundkörper 20 geht besonders deutlich aus der dreidimensionalen Darstellung der Figur 6 hervor, bei der die Düsenplatten 31 wegge-
lassen sind.

[0050] Die Schwalldüse 10, insbesondere deren Schwallöffnung 30, ist so beschaffen, dass der Elektrolyt mit einem geringen Druck ausgebracht werden kann, im Vergleich zu herkömmlichen Hochdruckdüsen. Der Elektrolyt wird als Schwall mit dem Metallband B in Kontakt gebracht. So weist der Elektrolyt beispielsweise einen Druck von weniger als 100 mbar auf. Ferner wird zwischen den Elektrodenabschnitten 40a, 40b und dem Metallband B eine Wechselspannung angelegt, wodurch nicht nur eine gleichmäßige Reinigung beider Seiten des Metallbands B sondern die elektrolytische Reinigungswirkung zudem bei einem vergleichsweise geringen Energieverbrauch erzielt wird. Die beidseitige Reinigung wird vorzugsweise gleichzeitig und am gleichen "Ort" durchgeführt, d.h. es finden kein lokaler und kein zeitlicher Versatz der Reinigungsaktivitäten der beiden Bandseiten statt. Dies trägt zu einem homogenen Reinigungsergebnis bei.

[0051] Die hier dargelegten Schwalldüsen 10 dienen besonders bevorzugt zur Anwendung in elektrolytischen Reinigungslinien für Bandanlagen. Sie bilden eine verbesserte Technik zur Substitution von Tauchpolplatten P und/oder elektrolytisch wirkenden Hochdruck-Reinigungsdüsen. Unter "Reinigung" wird hierbei insbesondere das Entfernen von Oberflächenbelegungen wie Me-

tallpartikeln (Fe-/Al-fines), Öl- und Fettverunreinigungen, Korrosionsschutzölen, Schmierölen und/oder Reibwertverminderndem Tiefziehhilfsstoffen verstanden.

[0052] Durch das schwallartige Ausstoßen des Elektrolyts, d.h. das Ausbringen des Elektrolyts mit einem im Vergleich zu herkömmlichen Hochdruckdüsen geringen Druck, können am zu behandelnden Metallband B hohe Stromdichten erzielt werden. Beispielsweise beträgt der Strom an den Elektrodenabschnitten 40a, 40b ca. 800 A bei einer angelegten Spannung von ca. 20 V. Dies führt zu einer erhöhten Aktivität der Reinigungslösung durch stärkere Turbulenzen und eine bessere Durchmischung. Gleichzeitig wirkt die Reinigungslösung an einer vergleichsweise dünnen Grenzschicht im Übergang zwischen der Reinigungslösung und der Bandoberfläche, wodurch die elektrischen Stromverluste reduziert werden können. In Verbindung mit der Anwendung von Wechselspannung statt Gleichspannung lässt sich der spezifische Energieverbrauch verringern.

[0053] Soweit anwendbar, können alle einzelnen Merkmale, die in den Ausführungsbeispielen dargestellt sind, miteinander kombiniert und/oder ausgetauscht werden, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0054]

1	Vorrichtung
2	Rolle
3	Stromversorgung
10	Schwalldüse
11	Rohr
20	Grundkörper
21	Austrittsöffnung
21a	Längskante
21b	Längskante
30	Schwallöffnung
31	Düsenplatte
32	Düsenlippe
33	Langloch
34	Schraube
40	Elektrode
40a	Elektrodenabschnitt
40b	Elektrodenabschnitt
41	Austrittsöffnung
42a	Längskante
42b	Längskante
43a	Anschlussabschnitt
43b	Anschlussabschnitt
50	Lagerungsvorrichtung
51	Schelle
B	Metallband
T	Transportrichtung des Metallbands
P	Tauchpolplatte
d	Überlappungsabstand

s Schlitzbreite der Schwallöffnung

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur elektrolytischen Behandlung, vorzugsweise Reinigung, eines Metallbands (B), das entlang einer Transportrichtung (T) durch einen Behandlungsabschnitt der Vorrichtung (1) transportierbar ist, wobei die Vorrichtung (1) aufweist:

zumindest eine Schwalldüse (10), die eine Schwallöffnung (30) und eine Elektrode (40) aufweist, wobei die Schwalldüse (10) eingerichtet ist, um eine elektrolytische Behandlungsflüssigkeit mit der Elektrode (40) in Kontakt zu bringen, aus der Schwallöffnung (30) auszugeben und im Behandlungsabschnitt auf zumindest eine Oberfläche des Metallbands (B) aufzubringen; und eine Stromversorgung (3), die eingerichtet ist, um zwischen dem Metallband (B) und der Elektrode (40) eine Wechselspannung anzulegen.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zumindest zwei Schwalldüsen (10) aufweist, die paarweise angeordnet sind, so dass sich der Behandlungsabschnitt zwischen zwei paarweise angeordneten Schwalldüsen (10) befindet, wobei

jede der Schwalldüsen (10) eine Schwallöffnung (30) und eine Elektrode (40) aufweist, ferner eingerichtet ist, um die elektrolytische Behandlungsflüssigkeit mit der entsprechenden Elektrode (40) in Kontakt zu bringen, aus der entsprechenden Schwallöffnung (30) auszugeben und im Behandlungsabschnitt auf zumindest eine Oberfläche des Metallbands (B) aufzubringen, die Stromversorgung (3) eingerichtet ist, um zwischen dem Metallband (B) und den Elektroden (40) jeder der Schwalldüsen (10) eine Wechselspannung anzulegen, und die Schwallöffnungen (30) zweier paarweise angeordneter Schwalldüsen (10) einander zugewandt sind, so dass das durch den Behandlungsabschnitt tretende Metallband (B) beidseitig mit Behandlungsflüssigkeit beaufschlagbar ist.

3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese so eingerichtet ist, dass das Metallband (B) im Wesentlichen vertikal durch den Behandlungsabschnitt tritt.

4. Vorrichtung (1) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwalldüse (10) so eingerichtet ist, dass die Behandlungsflüssigkeit mit einem Druck von weniger als 100 mbar auf das Metallband (B) aufbringbar ist.

5. Vorrichtung (1) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwalldüse (10) einen länglichen Grundkörper (20) mit zumindest einer Austrittsöffnung (21), vorzugsweise als Schlitz entlang der Längserstreckung des Grundkörpers (20) ausgebildet, aufweist, wobei die Elektrode (40) so außen am Grundkörper (20) angebracht ist, dass diese die Austrittsöffnung (21) derart überlappt, dass die aus der Austrittsöffnung (21) austretende Behandlungsflüssigkeit mit der Elektrode (40) in Kontakt kommt. 5 10
6. Vorrichtung (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrode (40) zwei Elektrodenabschnitte (40a, 40b) aufweist, die je eine Längskante (42a, 42b) aufweisen, die so einander zugewandt sind, dass sie eine schlitzförmige Austrittsöffnung (41) ausbilden. 15
7. Vorrichtung (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrodenabschnitte (40a, 40b) je einen Anschlussabschnitt (43a, 43b) zur elektrischen Kontaktierung aufweisen, wobei die beiden Anschlussabschnitte (43a, 43b) an entgegengesetzten Seiten der Elektrodenabschnitte (40a, 40b), entlang der Längserstreckung der Schwalldüse (10) gesehen, angeordnet sind. 20 25
8. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwalldüse (10) ferner zumindest eine Düsenplatte (31) aufweist, welche die Schwallöffnung (30) ausbildet und so außen am Grundkörper (20) angebracht ist, dass sich die Elektrode (40) zwischen dem Grundkörper (20) und der Düsenplatte (31) befindet. 30 35
9. Vorrichtung (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwalldüse (10) zwei Düsenplatten (31) aufweist, die jeweils eine Düsenlippe (32) haben, die einander zugewandt sind, so dass die Schwallöffnung (30) schlitzartig zwischen den Düsenlippen (32) ausgebildet wird, wobei die Düsenplatten (31) vorzugsweise Langlöcher (33) aufweisen, über die die Düsenplatten (31) mittels Schrauben (34) verstellbar am Grundkörper (20) und/oder der Elektrode (40) angebracht sind. 40 45
10. Vorrichtung (1) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwalldüse (10) um deren Längsachse drehbar gehalten ist. 50
11. Verfahren zur elektrolytischen Behandlung, vorzugsweise Reinigung, eines Metallbands (B), das entlang einer Transportrichtung (T) durch einen Behandlungsabschnitt transportiert wird, wobei das Verfahren aufweist: 55

Kontaktieren einer elektrolytischen Behand-

lungsflüssigkeit mit einer Elektrode (40) einer Schwalldüse (10), welche die Elektrode (40) und eine Schwallöffnung (30) aufweist, wobei zwischen der Elektrode (40) und dem Metallband (B) eine Wechselspannung angelegt ist; Ausbringen der Behandlungsflüssigkeit aus der Schwallöffnung (30); und Aufbringen der Behandlungsflüssigkeit im Behandlungsabschnitt auf zumindest eine Oberfläche des Metallbands (B).

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren mit einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durchgeführt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (B) im Wesentlichen vertikal durch den Behandlungsabschnitt transportiert wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Behandlungsflüssigkeit mit einem Druck von weniger als 100 mbar auf das Metallband (B) aufgebracht wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Behandlungsflüssigkeit eine alkalische Lösung ist.

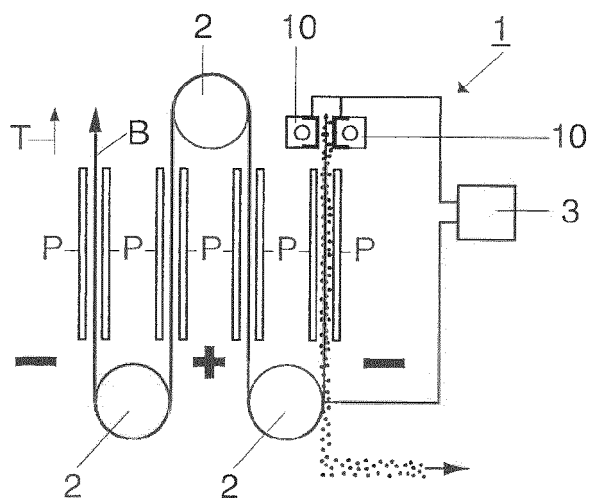


Fig. 1

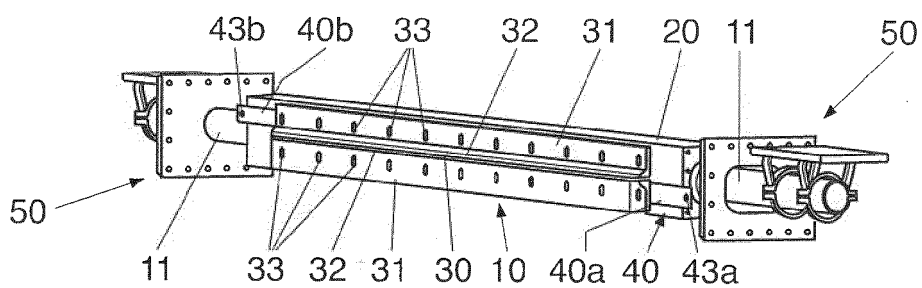


Fig. 2

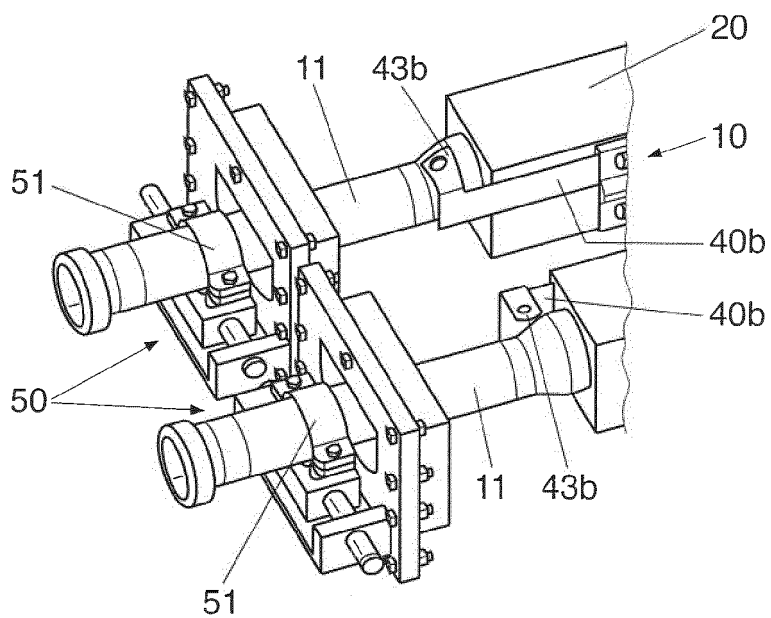


Fig. 3

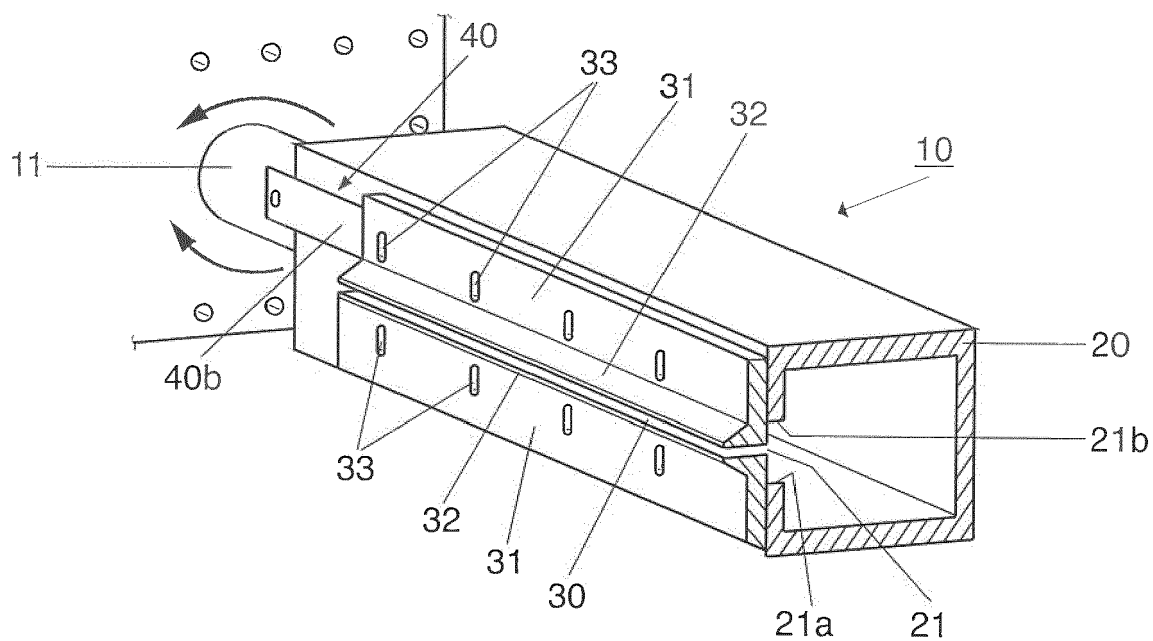


Fig. 4

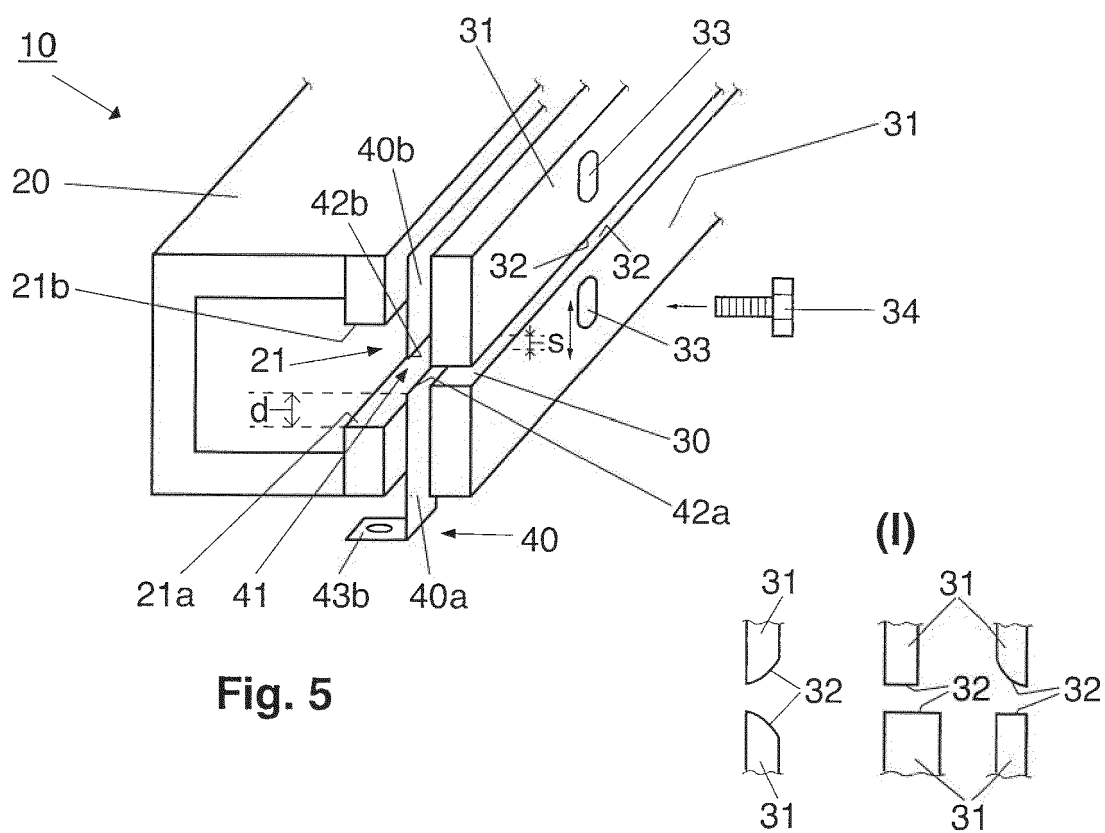


Fig. 5

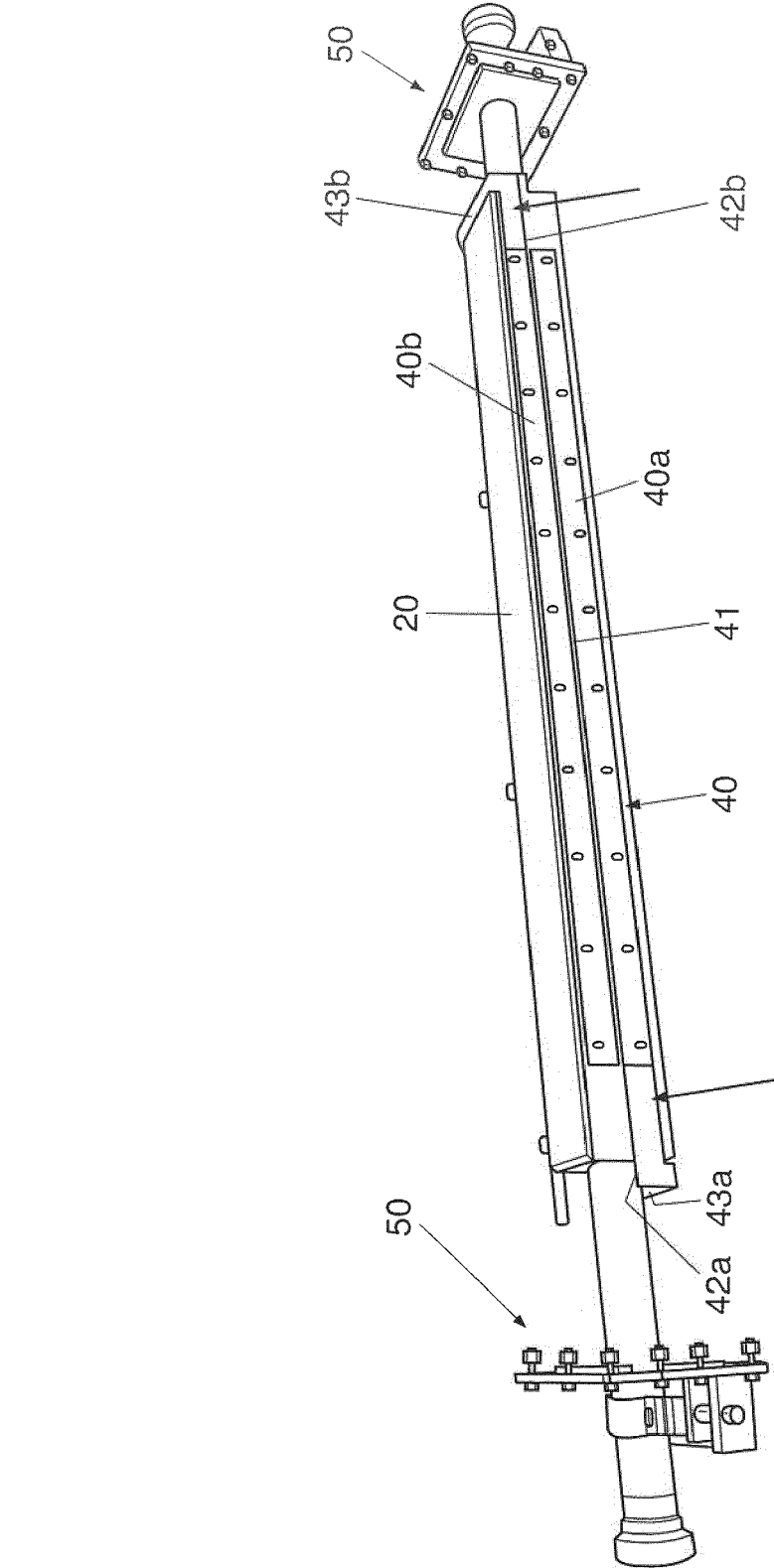


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3108615 A1 [0002] [0004]
- DE 10212436 A1 [0005]
- DE 10210538 B4 [0006]
- EP 0870854 B1 [0007]